

Capítulo 14

Toxotrypana curvicauda Gerstaecker (Diptera: Tephritidae)

SUELY XAVIER DE BRITO SILVA, JOSÉ DA SILVA SOUZA,
ANTONIO SOUZA DO NASCIMENTO

Identificação da praga

Nome científico:

- *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker, 1860¹
(Figura 1).

Posição taxonômica:

- **Reino:** Animalia.
- **Filo:** Arthropoda.
- **Subfamília:** Hexapoda.
- **Classe:** Insecta.
- **Ordem:** Diptera.
- **Superfamília:** Tephritoidea.

¹Recentemente Norrbom, et al, (2018) propuseram uma nova combinação para o nome científico da espécie: *Anastrepha curvicauda*.

- **Família:** Tephritidae (Mosca-das-frutas).
- **Subfamília:** Trypetinae.
- **Tribo:** Toxotrypanini.
- **Gênero:** *Toxotrypana* Gerstaecker.
- **Espécies:** *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker.

Sinonímias: Sinonímias:

- *Toxotrypana curvicauda* (Munro), *Toxotrypana fairbatesi* (Munro,1984), *Mikimyia furcifera* (Bigot, 1884).

Nomes comuns:

- Mosca-do-mamão (português).
- *Mosca de la fruta papaya* (espanhol).
- *papaya fruit fly* (inglês).

Foto: Jeffrey W. Lotz,
Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Bugwood.org



Figura 1. *Toxotrypana curvicauda* sobre fruto de mamoeiro.

Hospedeiros

Segundo Selman et al. (2001), *T. curvicauda*, inicialmente foi considerada espécie monófaga por apenas infestar mamoeiros (*Carica papaya*) silvestres e cultivados, porém, na Flórida tem sido relatada em *Mangifera indica* e *Asclepias syriaca* ("Milkweed"). No México, outros hospedeiros silvestres são descritos: *Carica cauliflora*, *Caricasp.*, *Jacaratia mexicana*, *Tabernemontana* sp., *Gonolobus barbatus*, *G. erianthus*, *G. salvinii*, *Morrenia odorata*.

Distribuição geográfica da praga

Relatos atualizados reportam a presença da praga nas três Américas, nas Américas do Norte (México, EUA); Central e Caribe (Bahamas, Belize, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Haiti, Honduras, Nicarágua, Panamá, Porto Rico, São Cristóvão e Nieves, Trinidad e Tobago, Ilhas Virgens dos Estados Unidos) e do Sul (Colômbia e Venezuela) (Cabi, 2018) (Figura 2).

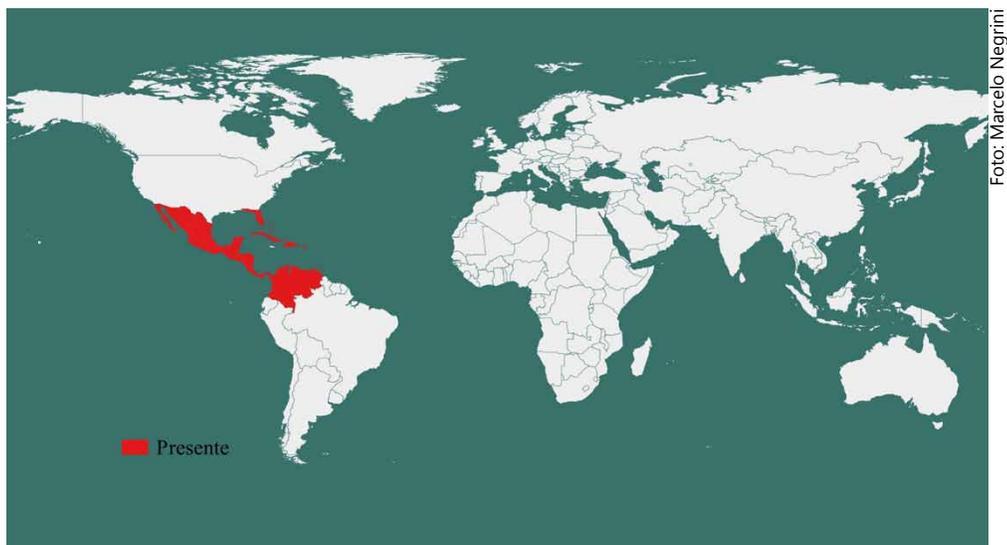


Figura 2. Distribuição geográfica de *Toxotrypana curvicauda*.

Biologia da praga

Oviposição – Semelhante à quase totalidade dos tefritídeos, a fêmea de *T. curvicauda* coloca os ovos no interior do fruto (mamão). Devido ao longo ovipositor – cerca de 2,0 cm de comprimento, os ovos são depositados no lúmen do fruto (Figura 3). Ao eclodir, a larva se alimenta da polpa e fortemente das sementes. Após o completo desenvolvimento da larva, esta abandona o fruto e empupa no solo.

Foto: Daniela Jiménez Fernández, Bugwood.org

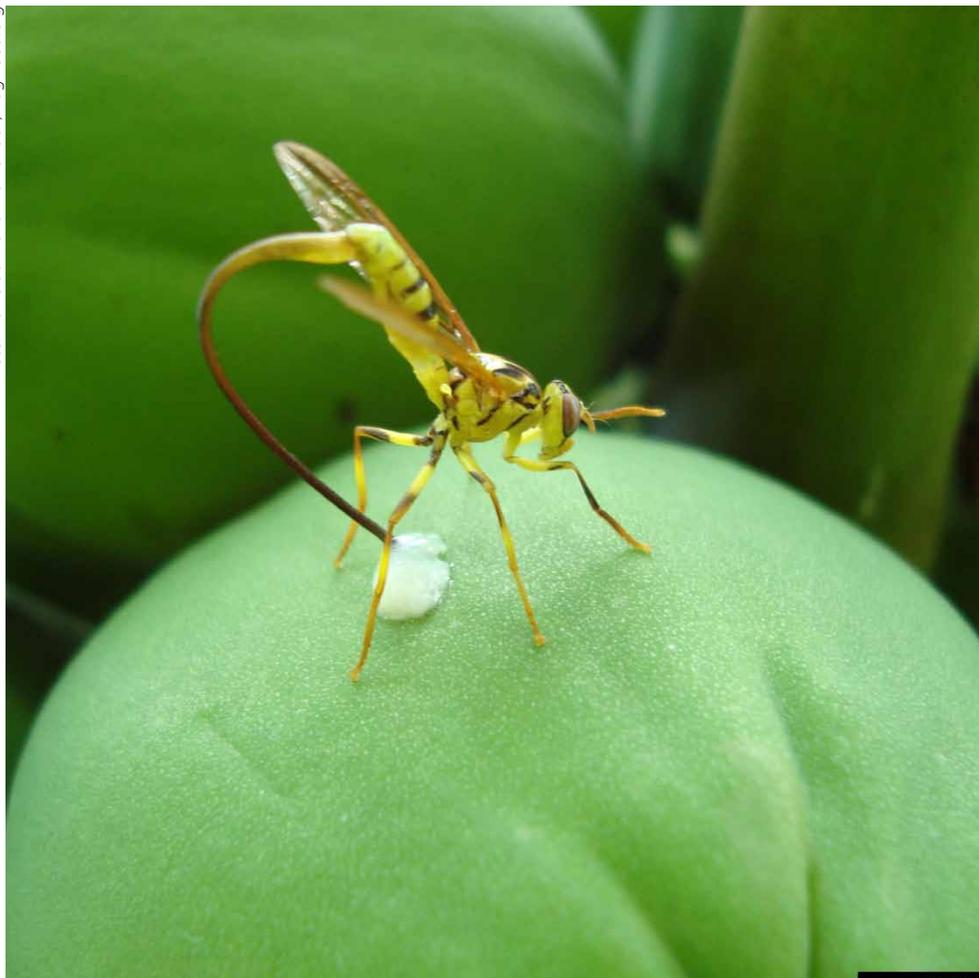


Figura 3. Fêmea de *Toxotrypana curvicauda* ovipositando sobre fruto verde de mamão. A substância branca no fruto é o látex do mamoeiro.

Cópula – A atividade de cópula se dá no fruto onde o macho realiza a corte, à espera da fêmea. Experimentos em gaiolas de campo revelaram que as atividades de corte e de cópula se dão exclusivamente sobre o fruto do mamoeiro, onde o macho passa a maior parte do tempo quando comparado com a fêmea.

Ciclo biológico da praga

O ciclo de vida completo ocorre entre 44 a 49 dias, sendo que a eclosão das larvas ocorre cerca de 12 dias após a oviposição, seguido do período larval de 15 a 16 dias e o de pupa para adulto de 17 a 21 dias. A fêmea deposita os ovos nos frutos ainda verdes. Durante a oviposição, as fêmeas ficam vulneráveis, pois permanecem nesta posição por longo tempo. Cada fêmea deposita cerca de 100 ovos.

As larvas alimentam-se das sementes e polpa e, ao completarem seu desenvolvimento, perfuram o fruto e penetram no solo onde empupam. A emergência dos adultos ocorre, aproximadamente, após duas a seis semanas, dependendo da umidade e temperatura do solo.

Com a continuidade do ciclo, os machos buscam seus pares para a cópula, através da liberação de feromônio sexual para atrair as fêmeas, iniciando uma nova geração. As atividades de corte e cópula ocorrem somente nas plantas hospedeiras, onde o macho passa a maior parte do tempo.

Estratégias reprodutivas da praga

A ecologia química tem revelado relação bem estreita entre a biologia reprodutiva de *T. curvicauda* e suas repostas ao feromônio sexual (2-metil-6-vinilpirazina), idade e ponto de maturação dos frutos. Algumas moscas-das-frutas cosmopolitas (*Dacus dorsalis* Hendel; *D. cucurbitaceae* Coquillet; *Ceratitis capitata* Weideman), também infestam mamão em outras localidades do planeta, preferem ovipositar em frutos maduros (Seo et al., 1983). Entretanto, em se tratando de *T. curvicauda*, ensaios laboratoriais demonstraram a forte influência da cor dos frutos na escolha dos sítios

de oviposição pela mosca-do-mamão. Pena et al., (1986) constataram a preferência de *T. curvicauda* por ovipositar em frutos verde-escuros, comportamento que deve estar sendo mediado pelas alterações químicas que ocorrem na transição de frutos verdes a maduros.

Toxotrypana curvicauda é sensível à atividade do feromônio sexual masculino, que induz ao comportamento de excitação nas fêmeas (Landolt, 1985), seguindo um padrão diário de atuação, mais forte em fêmeas virgens, cujo pico de resposta coincide com a maturação ovariana (7-8 dias após a emergência) (Landolt; Heath, 1988). Então, por causa da eficácia do feromônio sexual, o uso de armadilhas tanto para o monitoramento quanto para o controle de populações de *T. curvicauda* é recomendado (Landolt et al., 1991).

Villa-Ayala et al. (2010) estudando a interação dos fatores hora do dia, idade e hospedeiro no comportamento do deslocamento de machos e fêmeas de mosca-do-mamão, registraram que fêmeas adultas se concentram no hospedeiro entre 13:00 e 17:00 horas, sendo que 80% dos machos permaneceram mais tempo no hospedeiro, e que a corte e a cópula de *T. curvicauda* somente foi observada em frutos de mamão.

Tipo de dispersão

A dispersão se dá pelo deslocamento do inseto adulto, pelo voo, dentro e entre pomares. A dispersão entre regiões e/ou países se dá através do transporte do fruto infestado. Esta dispersão é denominada de "dispersão assistida pelo homem", objeto de grande interesse das autoridades fitossanitárias, e que deve estar sob vigilância permanente.

Toxotrypana curvicauda exibe alta mobilidade entre áreas de plantio de mamão em monocultivo e vegetação nativa. Os adultos podem permanecer nos pomares durante o dia, geralmente de 08:00h e 17:00h, migrando no final da tarde para a vegetação adjacente. Nas áreas de mamão, as fêmeas se dispersam mais no interior dos pomares, enquanto que os machos apresentam padrão agregado nas bordaduras (Landolt, 1984)

Mecanismos de sobrevivência em condições adversas

Considerando a arquitetura da planta do mamoeiro, com folhagem larga e concentrada numa pequena região do ápice da planta e tronco nu, em determinadas situações a mosca-do-mamão migra para áreas de vegetação nativa como estratégia de fugir da incidência do sol, do calor e de predadores. Landolt; Hendrichs (1983) observaram que *Anolis sagrei*, um tipo de lagarto residente nas parcelas de mamão, frequentemente, atacava as moscas-do-mamão.

As características da polifagia e de alta mobilidade de *T. curvicauda* entre áreas de monocultivo e áreas de vegetação nativa, que lhe permitem acessar áreas de refúgio, sejam elas para fins de alimentação, ou reprodução, devem ser consideradas nos planos de manejo da praga, pois, reduzem a pressão de seleção para resistência a inseticidas. No México, *T. curvicauda* foi observada ovipositando em frutos de *Gonolobus sororius* A.Gray (Apocynaceae) em áreas nativas (Aluja et al., 1997a).

Outro mecanismo de sobrevivência da mosca-do-mamão que foi observado por Knab e Yothers (1914) é o mimetismo de vespas sociais. Esse fenômeno pode ser uma resposta evolutiva a essa pressão de predação em plantas hospedeiras.

Condições edafoclimáticas ideais para o desenvolvimento

Estudos conduzidos em três regiões do México, nas quais foram registradas temperaturas de 15 °C, 20 °C e 24,5 °C às 07:00h, comparando-se áreas de monocultivo com áreas de vegetação nativa, não se verificou diferenças nas atividades de *T. curvicauda*. O mesmo ocorreu com a umidade relativa (UR), ainda que em uma das regiões apresentasse índices de UR mais baixos (Aluja et al., 1997a). Esses autores verificaram que o macroclima parece não afetar o desenvolvimento de *T. curvicauda*, porém um complexo de variáveis ambientais, que afetam o microclima, tais como a presença de monocultivo ou policultivo, podem influenciar o comportamento e o desenvolvimento dessa espécie.

Adaptabilidade: plasticidade

A penetração completa da polpa do mamão pelo ovipositor, a deposição de ovos na cavidade das sementes e a alimentação das larvas em sementes de mamoeiro são adaptações de *T. curvicauda* para evitar possíveis substâncias tóxicas na polpa do mamão. Os adultos de *T. curvicauda* também não requerem alimentação à base de proteína para a maturação reprodutiva e isso é resultado da alimentação de larvas nas sementes (mais nutritivas) e não na polpa da fruta (Landolt, 1984).

Sintomas, sinais e danos

O sintoma provocado pela oviposição é facilmente reconhecido, pois a fêmea perfura o fruto, relativamente verde, com o opositor. O fruto perfurado mostra abundante exsudação de látex que escorre sobre a superfície do mesmo. O mamão infestado por *T. curvicauda* apresenta maturação precoce, entretanto o sintoma difere do sintoma característico apresentado por outras espécies de moscas-das-frutas em outras frutíferas, uma vez que a larva se desenvolve a partir do lúmen do fruto, a polpa se deteriora de dentro para fora. Uma vez, infestado, o fruto torna-se imprestável para o consumo (Figura 3), como ocorre com as frutas em geral infestadas por moscas-das-frutas.

Métodos de controle

Cultural

Remoção de frutos infestados: essa deve ser a estratégia prioritária para o controle das moscas-das-frutas, pois apresenta eficiência de até 70%, entre os demais métodos de controle. Esse método consiste em recolher os frutos infestados, caídos no solo, e retirá-los do pomar.

A proteção dos frutos por ensacamento é aplicável em pequenas áreas de cultivo onde haja disponibilidade de mão-de-obra. O ensacamento deve começar ainda com o fruto pequeno, logo após a queda das flores. Cada

fruto deve ser envolvido em uma bolsa de papel ou tubo de jornal e amarrado próximo ao pedúnculo. É necessária atenção para cobrir novas frutas que surgirem e aumentar a cobertura à medida que os frutos aumentam de tamanho.

Comportamental

Monitoramento da praga com uso de armadilhas atrativas. Utiliza-se feromônio sexual (atrai a fêmea), com a adição de produtos químicos que simulam o odor do hospedeiro, objetivando melhorar a eficiência na atratividade do macho.

Observando-se o efeito de borda para a presença de machos, sugere-se que armadilhas atrativas sejam localizadas na periferia dos pomares, assim como em áreas destes que sejam vizinhas a áreas com vegetação nativa (Landolt, 1984).

O uso de cultura armadilha situada a 10 m de distância do bloco principal de cultivo também deve ser inserido no plano de manejo da praga em pomares comerciais, pois, o grau de frutos infestados diminui da borda para o centro do pomar, à medida em que esse se distancia das áreas de vegetação nativa. (Aluja et al., 1997b).

Químico

O controle do adulto da mosca-das-frutas deve ser feito utilizando-se iscas à base de *spinosad*, uma molécula de natureza biológica registrada no MAPA para mosca-das-frutas. O uso dessa isca tem como pré-requisito, o monitoramento populacional da praga, com o uso de armadilhas. São dois os tipos de armadilha: tipo McPhail na qual se usa o atrativo alimentar à base de hidrolisado de proteína a 5% ou tipo Jackson na qual se utiliza o atrativo sexual específico.

Agentes de Biocontrole

As pesquisas nessa área ainda são incipientes, entretanto o uso do parasitóide *Doryctobracon toxotrypanae* March. (Hymenoptera: Braconidae), do sul

do México e Costa Rica, tem potencial de controle, assim como do parasitóide *Diachasmimorpha longicaudata* (Ashmead) (Hymenoptera: Braconidae).

Para fugir ao ataque da praga, outra estratégia seria o plantio de variedades sem sementes e com polpa mais espessa de forma a oferecer resistência à penetração do ovipositor de *T. curvicauda*.

Vale ressaltar que em se tratando de uma espécie quarentenária ausente como é o caso da mosca- do -mamão, a estratégia a ser utilizada é a de contingenciamento. Para tanto, em caso de detenção desta espécie no território nacional, as autoridades fitossanitárias devem pôr em prática o seu plano de ação com base nas características do organismo e do seu hospedeiro.

Métodos de produção de material propagativo

Não se aplica.

Processo pós-colheita/transformação primária

Vale ressaltar que os métodos atualmente utilizados no tratamento pós-colheita para moscas-das-frutas como o tratamento a frio (caso da maçã) ou tratamento hidrotérmico (caso da manga) não se aplicaria para a mosca-do-mamão, face à sua biologia / comportamento desta espécie de moscas-das-frutas.

Condicionamento e transporte

Não se aplica, face ao exposto no item anterior.

Vias de ingresso

A via de ingresso se restringe ao transporte da fruta, mamão ou outra fruta hospedeira, infestada por ovos e/ou larvas de *T. curvicauda* ou por solo contendo pupas desta espécie de mosca-das-frutas.

Inspeção e detecção

A inspeção, como de rotina, deve se dar nos portos e aeroportos visando a presença de material suspeito especialmente quando a bagagem tem como origem as regiões onde a mosca-do-mamão ocorre: América Central e Caribe; América do Norte: México, EUA, e América do Sul: Colômbia e Venezuela.

Situação regulatória no mundo

Europa e México não citam *T. curvicauda* em sua lista de pragas quarantenárias. O primeiro, possivelmente por causa das condições climáticas que desfavorecem ao estabelecimento da mesma; o segundo, pelo fato dela estar amplamente distribuída em todas as regiões que cultivam mamão. A Colômbia apresenta um plano de manejo integrado para a praga, associado às boas práticas de cultivo.

Antecedentes de interceptações

Em consulta à EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN), os relatos de interceptações ocorreram a mais de cinco décadas e foram restritos aos Estados Unidos da América.

Probabilidade de introdução e dispersão no Brasil

Apesar de *T. curvicauda* ter no mamão o seu hospedeiro preferencial, esta espécie utiliza a manga, (*M. indica*) como hospedeiro secundário (Butcher, 1952). Esse aspecto leva a crer que o risco de dispersão desta espécie é relativamente menor se comparada com outras espécies polípagas de moscas-das-frutas. Pelos mesmos motivos a dispersão da praga ocorrerá nas áreas onde o seu hospedeiro preferencial, o mamão, é cultivado, em especial nos polos de fruticultura do país, com ênfase para o extremo sul da Bahia e Norte do Espírito Santo, onde se concentra a quase totalidade da produção e exportação do mamão brasileiro.

Potenciais consequências econômicas para o Brasil

O Brasil ocupa o 2º lugar na produção mundial do mamão com cerca de 12,7% da produção mundial de 12,7 milhões de toneladas, o que equivale a uma produção de aproximadamente 1,6 milhões de toneladas da fruta, por ano (FAOSTAT, 2015). Estima-se que o Brasil exportou aproximadamente 42 milhões de dólares, atrás apenas do México com um valor estimado de 66 milhões de dólares por ano (FAOSTAT, 2015).

O mamão é cultivado em todas as regiões do país com área colhida de 30.372 ha em 2016 e produtividade média de 46,91 t/ha, com destaque para a região Nordeste e Sudeste, responsáveis por 71,3% e 24,3%, respectivamente, de todo o mamão produzido no país. No *ranking* entre os Estados produtores desta fruta, destacam-se a Bahia com uma produção aproximada de 753,4 mil toneladas (52,9%), Espírito Santo com 251,4 mil toneladas (17,6%), Ceará com 110,5 mil toneladas (7,8%), Rio Grande do Norte com 94,7 mil toneladas (6,7%) e Minas Gerais com 61,3 mil toneladas (4,3%) (IBGE, 2016).

Em 2016 a produção brasileira de mamão alcançou 1.424.650 toneladas, gerando um valor da produção de R\$ 1,47 bilhão. Do volume produzido, 97,34 % é consumido no mercado interno e 2,66 % é destinado ao mercado externo. Nos últimos 16 anos, a exportação nacional de mamão *in natura* vem crescendo de forma contínua, em torno de 4,48% ao ano, passando de US\$ 20.110.672 em 2001 para US\$ 43.088.633 em 2016. Neste último ano, os maiores importadores, em ordem decrescente, foram Portugal; Países Baixos (Holanda); Espanha; Reino Unido; Alemanha e Estados Unidos.

Na hipótese da introdução da mosca-do-mamão no território nacional, e conseqüentemente a suspensão da exportação da fruta por questões quarentenárias, o impacto econômico gira em torno de US\$ 43 milhões por ano, além dos prejuízos relacionados com o aumento do custo de produção no controle da praga pelos produtores. Se considerarmos o valor das exportações anuais de 2016 e a taxa de crescimento dos últimos 16 anos (4,84% ao

ano) estima-se que, em caso de introdução desta praga, em 10 anos a perda com as exportações nacionais de frutas frescas de mamão, seja em torno de US\$ 500 milhões.

No mercado interno, a introdução da mosca-do-mamão pode comprometer a oferta do produto, pois a praga pode causar uma redução na produção. Na Flórida, as perdas variam de 2 a 30% (Selman et al., 2001), consequentemente, deixando de gerar um valor da produção de R\$ 442 milhões de reais por ano.

Referências

ALUJA, M.; JIMÉNEZ, A.; PIÑERO, J.; CAMINO, M.; ALDANA, L.; VALDÉS, M. E.; CASTREJÓN, V.; JÁCOME, I.; DÁVILA, A.; FIGUEROA, R. Daily activity patterns and within-field distribution of papaya fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Morelos and Veracruz, México. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 90, n. 4, p. 505-520, 1997a.

ALUJA, M.; JIMÉNEZ, A.; CAMINO, M.; PIÑERO, J.; ALDANA, L.; CASTREJÓN, V.; VALDÉS, M. E. Habitat Manipulation to Reduce Papaya Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Damage: Orchard Design, Use of Trap Crops and Border Trapping. **Journal of Economic Entomology**, v. 90, n. 6, p. 1567 -1576, 1997b.

BUTCHER, F.G. The occurrence of papaya fruit fly in mango. **Proceedings of Florida State Horticultural Society**, v. 65, p. 196, 1952.

CABI. ***Toxotrypana curvicauda***. In: Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International, 2018. Disponível em: <www.cabi.org/isc>. Acesso em: 11 Set. 2018.

FAOSTAT. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. Statistics Division. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/e>>. Acesso em: 15 Set. 2015

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.Aspo=30&i=P>>. Acesso em: 20 Out. 2016.

LANDOLT, P. J. Behavior of the papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera:Tephritidae) in relation to its host plant *Carica papaya* L. **Folia Entomologica Mexicana**, n. 61 p. 215-224, 1984.

LANDOLT, P. J. Papaya fruit fly eggs and larvae (Diptera: Tephritidae) in field-collected papaya fruit. **Folia Entomologica**, n. 68, p. 354-356, 1985.

LANDOLT, P. J.; HEATH, R. R. Effects of age, mating, and time of day on behavioral responses of female papaya fruit fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae), to synthetic sex pheromone. **Environmental Entomology**, v. 17, p. 47-51, 1988.

LANDOLT, P. J.; GONZÁLEZ M.; CHAMBERS, D. L.; HEATH, R. R. Comparison of field observations and trapping of papaya fruit fly in papaya plantings in Central America and Florida. **Folia Entomologica**, n. 74, p. 408-414, 1991.

LANDOLT, P.J.; HENDRICH, J. Reproductive Behavior of the Papaya Fruit Fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 76, n. 3, p. 413-417, 1983.

PENA, J. E.; BARANOWSKI, R. M.; LITZ, R. F. Oviposition of the papaya fruit fly *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker as affected by fruit maturity. **Florida Entomologist**, v.69, n.2, p. 344-348, 1986. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3494939>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

NORRBOOM, A. L.; BARR, N. B.; KERR, P.; MENGUAL, X.; NOLAZCO, N.; RODRIGUEZ, E. J.; STECK, G. J.; SUTTON, B. D.; URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. Synonymy of *Toxotrypana* Gerstaecker with *Anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 120, n. 4, p. 834-841, 2018.

SELMAN, H.L.; HEPNER, J.B.; FASULO, T.R. Papaya Fruit Fly, *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Insecta: Diptera: Tephritidae). Gainesville: Department of Entomology and Nematology; UF/IFAS Extension, 2001. 6 p. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.509.2599&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 Set. 2018.

SEO, S. T.; TANG, C.; SANIDAD, S.; TAKENABA, T. Hawaiian fruit flies (Diptera: Tephritidae): variation of index of infestation with benzyl isothiocyanate concentration and color of maturing papaya. **Journal of Economic Entomology**, v. 76, p. 535-538, 1983.

VILLA-AYALA, P.; CASTREJÓN-AYALA, F.; JIMÉNEZ-PÉREZ, A. Influencia de la edad, hora del día y planta en el comportamiento de *Toxotrypana curvicauda*.

Agrociencia, v. 44, n. 2, p. 209-213, 2010. Disponível em: <<http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2010/feb-mar/art-9.pdf>>. Acesso em: 16 Set. 2018.